



**PROBLEM ZAVRŠNE OBRAD
METALNI SIKATIVI KAO
POVRŠINSKI REFERIRANA
PARAMAGNETSKA PONO
KONTAMINACIJA DRV
STEPENOVANOG PREMA
NEUTRALNOSTI**



Problem završne obrade: metalni sikativi kao površinski referirana paramagnetska ponovna kontaminacija drveta stepenovanog prema neutralnosti

A. Bosque, M. Ferro, L. Solder, H. Park

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Sažetak

Prate a studija uspostavila je stepen neutralnosti konstrukcijskog drveta, zasnovan na preostaloj kombinirani maseni udio željeza i mangana prema dijamagnetskoj osnovi. Taj stepen svojstvo je sirove gredice. Ovaj rad razmatra šta se s njim događa kada se gređica završno obradi. Gotovo svako ulje, lak i lazura koji se koriste na drvetu za stvrđnjavanjem, stvrđnut ne isparavanjem nego autooksidativnim umrežavanjem sušivog ulja kataliziranim metalom, a katalizator je paramagnetski prijelazni metal -- najčešće kobalt ili mangan -- nanesen kao karboksilatna sol u uljnom filmu. Budući da film leži na vanjskoj površini, katalizator se nanosi upravo tamo gdje nosač drvo ima najveću referiranu zapreminsku magnetsku susceptibilnost na uzorcima tikovine 5N prije i nakon šest postupaka završne obrade (sirova kontrola, isto tungovo ulje bez sikativa, kuhano laneno ulje s Co oktoatom, alkidni brodski lak s Co + Mn u voskom) magnetometrijom s vibrirajućim uzorkom i SQUID magnetometrijom, uz dubinsko profiliranje magnetske osnove metala. Završne obrade s oksidativnim stvrđnjavanjem podigle su susceptibilnost gornjih 50 mikrometara s dijamagnetske osnove blizu $\chi_v = -6 \times 10^{-6}$ na neto pozitivne vrijednosti, reklasificiraju i svaki katalizirani uzorak iz 5N u 6N ograničen na gornjih 50 do 100 mikrometara. Noviji trend sikativa bez kobalta (zamjene na bazi mangan) ne rješava magnetski problem, jer su i zamjene paramagnetske. Zaključujemo da je jedina završna obrada koja može riješiti problem završne obrade, te da je elementarna površinska patina -- oksidacija ugljika nog skeleta drveta, i dalje putanja starenja kompatibilna sa stepenom.

1. UVOD

Gređica stepenovana prema neutralnosti zaslužuje svoj stepen mjerenjem: skeniranje feromagnetske susceptibilnosti i analiza tragova metala slažu se da drvo ne sadrži više od određene količine metala. Njegova neto zapreminska susceptibilnost ostaje dijamagnetska. Ekvatorijalna plantažna tikovina doseže 5N ($\text{Fe} + \text{Mn} \leq 10$ ppm) pri isporuci i 6N odabirom pojedinačne gređice. Stepen je stvaran, certificiran je za upotrebu drveća u stanju u kojem napušta pilanu.

Glavna studija (Bosque, Ferro, Park i Tanaka, 2026) zabilježila je u jednom završnom odjeljku da završna obrada drveta uništava stepen i navela jedno mjerenje prije i poslije na uzorku s kuhanim lanenim uljem da to pokaže. To opažanje zaslužuje više od jednog odlomka. Tvrdnja je protivna intuiciji: svaki stolar završnu obradu shvata kao zaštitu, a ideja da je zaštitni premaz magnetski najrazornija stvar koja se može uiniti materijalu nosača protiviti se stoljeće u radionici koje proizvode drvo -- isporucivati nosače bez završne obrade, protivno svakom ekvivalentu kupca -- se kvantitativno utvrditi na više hemija završne obrade, uz lociranje one ištorene površine metala.

To je svrha ovog rada. Završnu obradu ne tretiramo kao površinsku estetiku nego kao tanak, namjerno nanesen sloj katalizatorskog metala i pitamo koliko ta paramagnetske mase nanosi i gdje. Odgovor je nepovoljan za cijelu klasu ulja i lakova s oksidativnim stvrđnjavanjem koji dominiraju finom obradom drveta, iz razloga koji nema nikakve veze s drvetom, a ima sve veze s hemijom koja stvrđnjava film.

2. HEMIJA SIKATIVA I OPTEREĆENJA METALOM

Sušivo ulje -- laneno, tungovo i njihovi alkidni derivati -- stvrđnjava se autooksidacijom: atmosferski kisik oduzima vodik s bis-alilnih položaja nezasićenih lanaca masnih kiselina, stvaraju i hidroperoksidi koji se razlažu u radikalne. Prepuštena sama sebi, ova reakcija je spora i traje sedmicama. Ubrzavaju je sikativi: karboksilati prijelaznih metala koji kataliziraju i nastanak i razgradnju peroksida kroz redoks-ciklus između dva oksidacijska stanja. Klasični su Co(II) i Co(III) ; mangan (Mn(II)/Mn(III)) ponaša se slično. To su dubinski i površinski sikativi. Dodaju se kao sekundarni ili pomoćni sikativi -- ne kataliziraju redoks-korak, nego koordiniraju cijelu debljinu i sprečavaju stvaranje površinske kože koje uzrokuje ista kobalt.

Metal se isporučuje kao sol dugolanane organske kiseline -- historijski naftenske kiseline (2-etilheksanske kiseline (oktoati)) -- odabrane zbog topljivosti u ulju, a ne zbog bilo kojeg svojstva metalnog iona osim njegove redoks-hemije. Sol se prodaje prema sadržaju metala: naftenat sa „6 posto kobalta“ sadrži 6% kobalta. U gotovom premazu metal primarnog sikativa obično se dozira na 0,02 do 0,1 posto. Više kobalta na donjem kraju tog raspona zbog svoje djelotvornosti, a mangan nešto više.

Ti udjeli zvuče zanemarivo, a po jedinici mase završne obrade to i jesu. Problem je površinski: etkom nanesen sloj uljne završne obrade taloži približno 20 do 40 g vrste tvari po kvadratu.



10 do 20 mg kobalta po kvadratnom metru površine. Gredica tikovine 5N s 10 ppm Fe + Mn u reprezentativnom bloku od 200 x 60 x 45 mm i gusto e 650 kg/m³ sadrži približno 35 mikrograma stepenovanog one iš uju eg m obrada samo na gornjoj plohi nanosi nekoliko stotina mikrograma paramagnetskog metala ga smije sadržavati cijela gredica, smještenog u sloj mikrometerske debljine na površini na kojoj leži kabel. Step en je definiran da kontrolira paramagnetske dijelove na milion; završna obrada ga ne poražava za nekoliko posto, nego za cijeli faktor.

3. EKSPERIMENT: POVRŠINSKI REFERIRANA SUSCEPTIBILNOST PRIJE I NAKON ZAVRŠNE OBRAD E

Pripremili smo 36 uzoraka (60 x 60 x 8 mm) iz jedne gre dice ekvatorijalne tikovine 5N, m Mn, kako bi svi uzorci dijelili istu podlogu, a svaka razlika nakon završne obrade bila pri u šest skupina po šest za šest postupaka: (A) sirova kontrola bez završne obrade; (B) is 21 dan; (C) kuhano laneno ulje s kobaltovim oktoatom (0,05 posto Co); (D) alkidni brodski lak s paketom Co + Mn + Zr (0,04 posto Co, 0,06 posto Mn, 0,20 posto Zr); (E) akrilna disperzija na bazi vode (bez oksidativnog sikativa); i (F) komercijalno ulje s tvrdim voskom (laneno i karnauba, katalizirano kobaltom). Svi postupci koji stvaraju film nan eseni su u dva sloja s kontroliranih 30 g/m² po sloju i ostavljeni da se stvrdnu do tvrdo e dovoljne za rukovanje.

Budu i da je one iš enje površinski sloj, a uzorak masivni predmet, mjer enje susceptibilno mm dijamagnetskog drveta i potcjenjuje ga. Stoga površinski referiranu susceptibilnost is zapreminsku susceptibilnost cijelog uzorka magnetometrom s vibriraju im uzorkom (Lake S integriranu promjenu. Drugo, vrijednost površinskog sloja dobivenu mjerenjem reza debljine 200 mikrometara, paralelnog s plohom i mikrotomom odvojenog od završno obra ene površine, koji je ponovo montiran i izmjeren S Design MPMS3) radi osjetljivosti potrebne tankom rezu. Površinski referirana vrijednost je ona koja je važna, jer je to drvo koje kabel stvarno dodiruje.

Rezultati su nedvosmisleni. Sirova kontrola (A) zadržala je dijamagnetsku osnovu, s $\chi_v = -5.9 \times 10^{-6}$ za cijeli uzorak i -6.1×10^{-6} za površinski rez. Postupci bez sikativa (B, isto tungovo ulje; E, akril) statisti ki s skali -- zanemarimo li permitivnost, ne dodaju paramagnetski metal i ne pomjeraju stepen. Sve tri katalizirane završne obrade s oksidativnim stvrdnjavanjem (C, D, F) u inile su površinski rez neto pozitivnim: kuhano la voskom do $+1.9 \times 10^{-6}$, a brodski lak s Co + Mn + Zr najdalje, do $+4.8 \times 10^{-6}$. Referirano na površinski sloj koji kabel dodiruje, svaki katalizirani uzorak prešao je iz dijamagnetskog u paramagnetski i reklasificiran je iz 5N u ispod 4N. VSM vrijednosti cijelog uzorka pomaknule su se u istom smjeru, ali prigušene razrje enjem u ukupnoj masi -- upra laska završnoj obradi, dok je površinski referirano mjerenje osu uje.

4. DUBINSKO PROFILIRANJE: GDJE SE METAL NALAZI

Promjena susceptibilnosti govori da je metal prisutan; ne govori gdje. Za materijal nosa a sprezanje s kablom naglo opada s udaljenoš u, pa je one iš enje zakopano 2 mm duboko e relevantno od iste mase u prvih nekoliko mikrometara. Završno obra ene uzorke profilirali spektrometrijom s radiofrekventnim tinjavim pražnjenjem (GD-OES, Horiba GD-Profilir 2), koja raspršuje površinu približno 2 do 3 mikrometara u sekundi uz pra enje emisije Co, Mn, Zr i Fe, a odabrane uzorke unakrsno sm metodom laserske ablacije ICP-MS.

U svakom uzorku s oksidativnim stvrdnjavanjem katalizatorski metal bio je ograni en na p Emisija kobalta i mangana dostizala je vrh na površini, održavala se kroz film debljine 30 do 70 mikrometara, a zatim padala za više od jednog reda veli ine kroz narednih 20 do 40 mikrometara pri ulasku profila u neprožeto podloge od 7 ppm do približno 100 mikrometara u najgorem sluaju (rijetko kuhano laneno 60 mikrometara kod viskoznijeg laka. Integrirano, više od 90 posto nan esenog paramagnetskog metala nalazilo se u gornjih 100 mikrometara, a ve ina u gornjih 50. Cirkonij je po dubini pratio kobalt i mangan, ali budu neparamagnetski, doprinio je profilu bez doprinosa susceptibilnosti -- korisna interna provjera da magnetski signal prati Co i Mn, a ne ukupni metal.

To je geometrijski najgora mogu a raspodjela za kablovski nosa . Step en neutralnosti zas kontaktu s provodnikom dijamagnetsko; završna obrada preokre e tu pretpostavku tako što površinsku kožu od 50 do 100 mikrometara koja ini kontaktni interfejs, dok duboka, elekt jednako ista kao i prije. Gotov nosa magnetski je tanak paramagnetski omota oko neutr stranom prema van.

5. TREND SIKATIVA BEZ KOBALTA NE POMAŽE

Kobaltov oktoat pod regulatornim je pritiskom. Kobaltove soli 2-etilheksanske kiseline ha karcinogeni i reproduktivni toksini, a industrija premaza u posljednjoj je deceniji znatno ulagala u sikative bez kobalta. Zamjene pripadaju trima skupinama: kompleksi mangana (esto s bipiridinskim ili aminometilnim lig nivo sli an kobaltu), kompleksi željeza (željezo sa specijaliziranim ligandima donorima du



primarni sikativ za direktnu zamjenu) i sistemi na bazi vanadija. Sva tri se promoviraju kao sigurnija, a za svoju namjenu -- zamijeniti toksini katalizator bezopasnim pri istoj brzini sušenja -- neka zaista uspijevaju.

Za našu namjenu ne uspijevaju ni u emulziji. Mangan, željezo i vanadij svi su paramagnetski i stepen neutralnosti izričito definiran da isključi. Zamjena kobaltovog oktoata sikativom paramagnetski metal iz površinskog filma -- zamjenjuje jedan paramagnetski metal drugim -- najstrože kažnjeno one isključuje na skali stepena. Dodatni skup uzoraka tikovine završnog željezo-bipiridinskog sikativom pri opterećenju koje preporučuje proizvođač i izmjerili površinski rezultatom kuhanog lanenog ulja s kobaltom i, budući da je metal željezo umjesto kobalta, primarna osa sadržaj željeza. Sikativ mangan-neodekanoat dao je $+2.6 \times 10^{-6}$.

Pouka je da trend bez kobalta optimizira toksikološki cilj koji je ortogonalan magnetskom. Ne postoji, sada ni u dogledno vrijeme, hemija sikativa s oksidativnim stvrdnjavanjem koja stvrdnjava sušivo ulje bez redoks-aktivnog prijelaznog metala, a svaki redoks-aktivan prijelazni metal dovoljno jeftin i rasprostranjen za ulogu sikativa paramagnetski riješiti ovaj problem jer, s njenog stanovišta, nema problema koji treba riješiti: magnetski neutralan sikativ bio bi rješenje u potrazi za tržištem koje se trenutno u cijelosti sastoji od nas.

6. RASPRAVA: PREOSTALE MOGUĆNOSTI

Ako se završne obrade s oksidativnim stvrdnjavanjem isključe na magnetskoj osnovi, formiranje premaza: sušiva ulja bez sikativa, fizički sušiva i koalescentni filmovi na bazi vode te premazi bez sikativa (postupak B) i akrilna disperzija (postupak E) potvrdili su da ne dodaju paramagnetski metal i zadržavaju stepen.

Međutim, loše su završne obrade za ovaj konkretni predmet. Ulju bez sikativa na nosa u kablom što može nositi kabel trebaju sedmice da o vrsne, a trajno ostaje dovoljno mekano da zadovolji iz običnog rukovanja -- pretvara nosa u pasivni sakupljač upravo one kontaminacije koju zatvara drvo, ali podiže njegovu površinsku permitivnost i tangens gubitaka znatno iznad problema koji stepen zabranjuje dielektričnim problemom koji kažnjava i prateća studija.

Drugim riječi ima, svaka završna obrada ili dodaje paramagnetski metal (ulja i lakovi s oksidativnim stvrdnjavanjem, tradicionalna klasa), ili pogoršava dielektričnu površinu (filmovi na bazi vode), ili se ne s obzirom na kontaminaciju tokom upotrebe (ulja bez sikativa). Nijedna ne poboljšava stepenovanu površinu, a svaka se nanosi nakon što je drvo već prošlo svaki test koji stepen zahtijeva. Završna obrada može samo oduzeti od stepena premaza mu ne može dodati jer se ocjenjuje odsustvo nečistoća, a premaz je po definiciji dodan.

Time nezavršeni nosa više nije ušteda troška ni estetska strogost, nego jedini izbor dostiženje skenira, buši za jezgru, digestira, analizira i certificira prema broju paramagnetskih dijelektora katalizirano kobaltom na njenu radnu plohu zna i potrošiti cijeli taj postupak i poništiti ga najaktivnijem mjestu, radi filma za izgled.

7. ZAKLJUČAK

Završna obrada ponovo magnetski kontaminira drvo i čini to na površini jer je hemija koja automatski katalizirana metalom, a katalizator je paramagnetski prijelazni metal nanesen u filmu. Efekat smo izmjerili direktno: na jednoj podlozi od tikovine 5N, svaka završna obrada s oksidativnim stvrdnjavanjem -- kuhano laneno ulje s kobaltom, brodski lak s $\text{Co} + \text{Mn} + \text{Zr}$ i ulje s tvrdim voskom i kobaltom -- pomaknula je površinski referiranu zapreminsku susceptibilnost s dijamagnetske osnove blizu -6×10^{-6} na neto pozitivne vrijednosti do $+4.8 \times 10^{-6}$, reklasificiraju i stepen emulzije je više od 90 posto nanesenog paramagnetskog metala bilo ograničeno na gornjih 10 s kablom. Ulja bez sikativa i filmovi na bazi vode ne dodaju metal, ali ovaj predmet padaju na drugim osnovama; trend sikativa bez kobalta zamjenjuje željezo, mangan ili vanadij te uklanja toksin, a ne uklanja ni jednu jedinicu paramagnetske kontaminacije.

Zaključak je uzak i vrst. Jedina završna obrada koja čuva stepen neutralnosti drveta jest površina oksidira i sijedi starenjem, ali ta patina predstavlja elementarnu oksidaciju ugljika je kozmetička promjena i magnetski nedogađaj. Equatorial Elevation Blocks stoga se isporučuju završne obrade -- ne zato što je obrada izostavljena radi uštede jednog koraka, nego zato što bi njeno nanošenje potrošilo cijeli stepen da bi kupilo sjaj.

REFERENCE

- [1] Soucek, M. D., Khattab, T., Wu, J. (2012). Pregled autooksidacije i sikativa. *Progress in Organic Coatings*, 73(4), 435-454.
- [2] Erich, S. J. F., Laven, J., Pel, L., Huinink, H. P., Kopinga, K. (2006). Raspodjela metalnih sapuna i katalizatora na površini. *Progress in Organic Coatings*, 55(2), 105-113.
- [3] Micciche, F., van Haveren, J., Oostveen, E., Ming, W., van der Linde, R. (2006). Premazi na bazi ulja i zamjena kobaltnih sikativa kompleksima mangana i željeza. *Applied Catalysis A: General*, 297(2), 174-181.



- [4] van Gorkum, R., Bouwman, E. (2005). Oksidativno sušenje alkidne boje katalizirano metalnim kompleksima. *Coordination Chemistry Reviews*, 249(17-18), 1709-1728.
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Stepenovanje magnetske neutralnosti konstrukcijsko materijale audio nosa a. *Journal of Equatorial Audio Science*, 7(2), 44-71.
- [6] Solder, L., Bosque, A. (2026). Dubinsko profiliranje površinski referirane paramagnetske kontaminacije tinjavim pražnjenjem. *Journal of Equatorial Audio Science*, 7(3), 88-104.